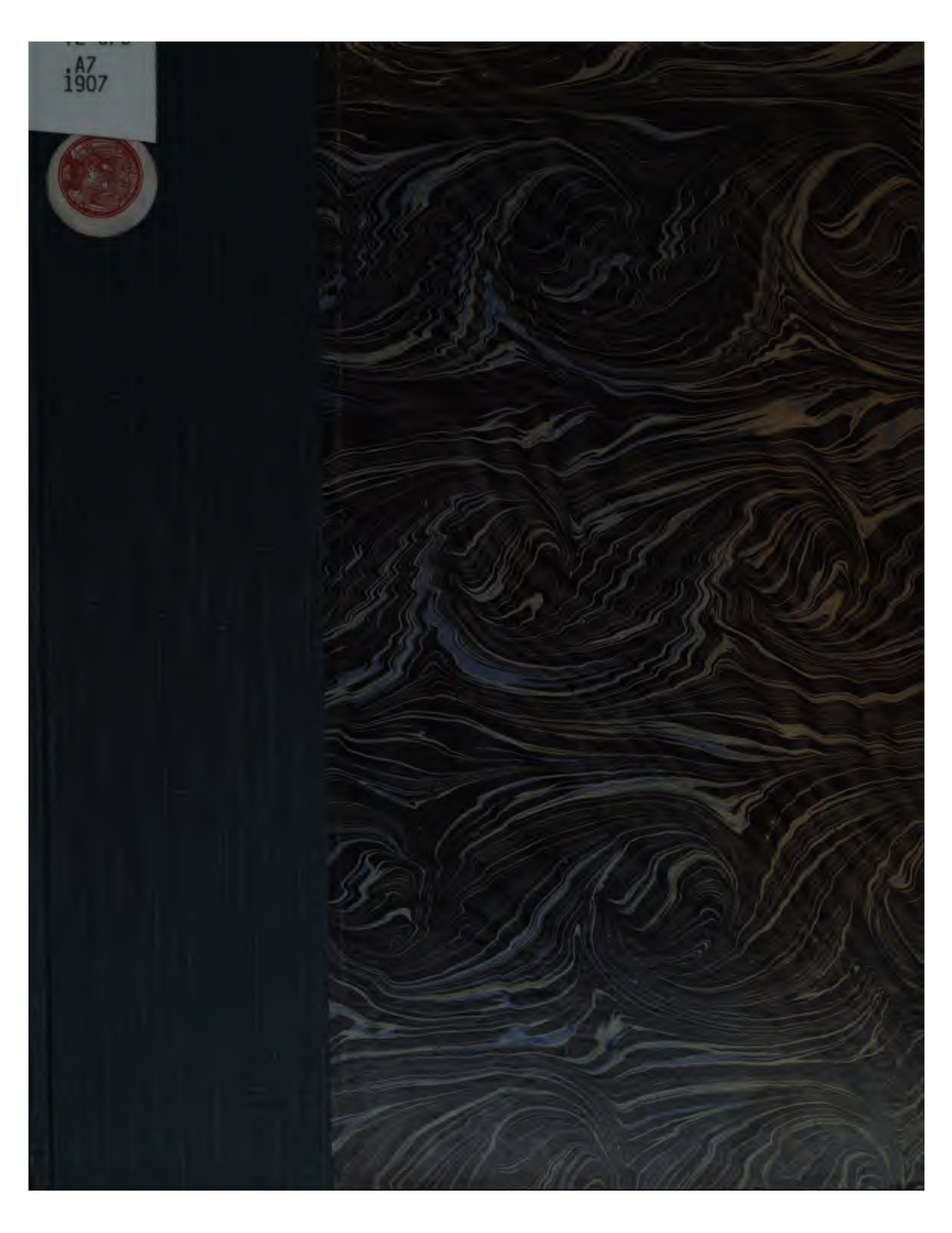

.A7
1907


THE LIBRARY OF CONGRESS
1800

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT
POUR L'INDUSTRIE NATIONALE
(Fondée en 1801)
RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR DÉCRET DU 21 AVRIL 1824
Rue de Rennes, 44, à Paris.

LE PROBLÈME DE L'AVIATION

ET SA

SOLUTION PAR L'AÉROPLANE

PAR

M. J. ARMENGAUD

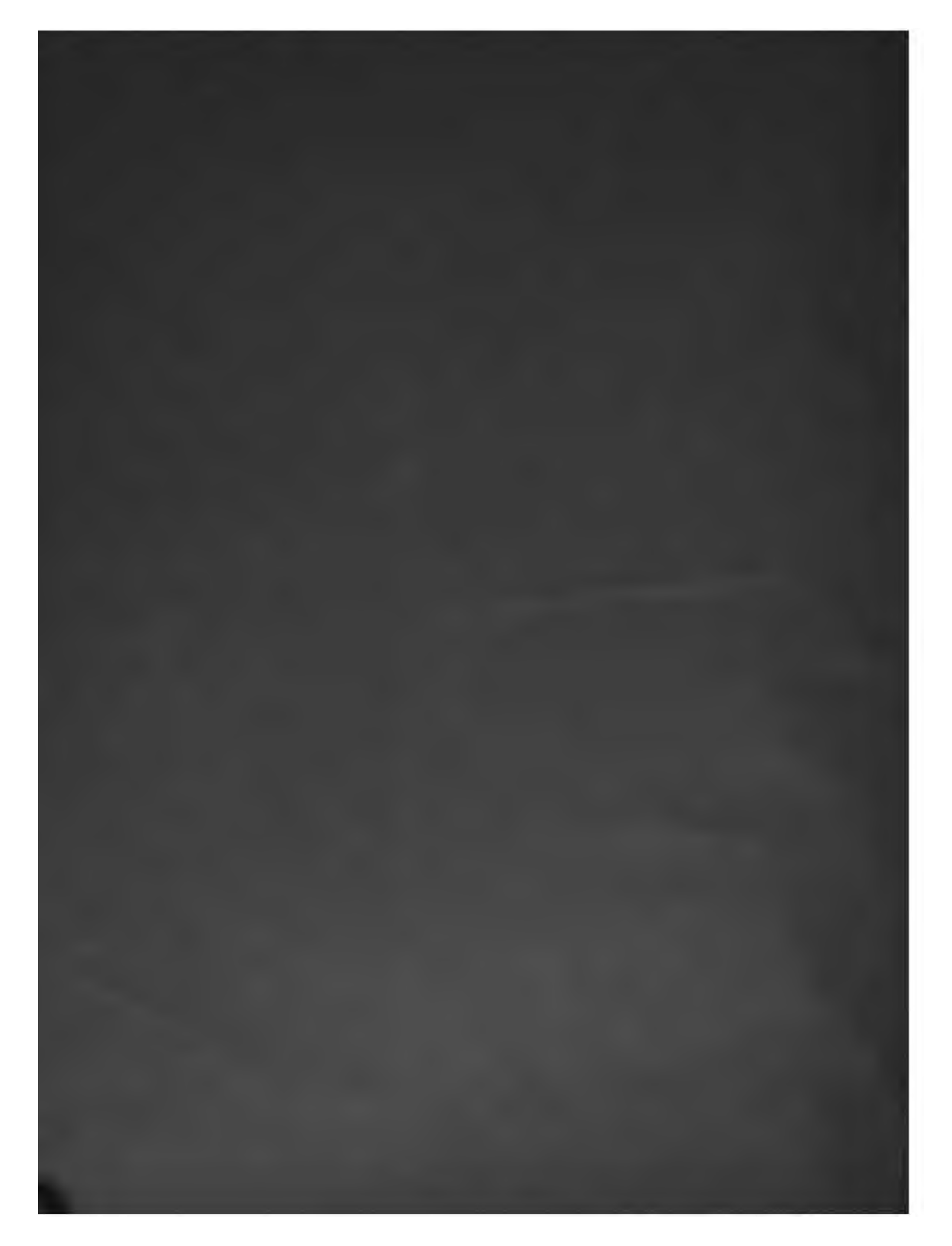
(EXTRAIT DU *BULLETIN* DE JUILLET 1907)

PARIS

TYPOGRAPHIE PHILIPPE RENOUARD

19, RUE DES SAINTS-PÈRES, 19

1907



LE PROBLÈME DE L'AVIATION

ET SA

SOLUTION PAR L'AÉROPLANE

SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

POUR L'INDUSTRIE NATIONALE

Fondée en 1801

RECONNUE COMME ÉTABLISSEMENT D'UTILITÉ PUBLIQUE PAR ORDONNANCE DU 21 AVRIL 1824

Rue de Rennes, 44, à Paris

LE PROBLÈME DE L'AVIATION

ET SA

SOLUTION PAR L'AÉROPLANE

PAR

ules Alexis Marie

M. J. ARMENGAUD

EXTRAIT DU *BULLETIN* DE JUILLET 1907

PARIS

TYPOGRAPHIE PHILIPPE RENOUARD

19, RUE DES SAINTS-PÈRES, 19

—

1907

LE PROBLÈME DE L'AVIATION

ET SA

SOLUTION PAR L'AÉROPLANE

Monsieur le Président,

Messieurs les membres du Conseil,

Je n'ose vraiment avouer depuis combien d'années je suis membre de la Société d'Encouragement, où je fus admis peu de temps après ma sortie de l'École polytechnique, car, dans un si long intervalle, j'aurais dû trouver l'occasion de parler dans ce milieu où les représentants les plus autorisés de la science et de l'industrie donnent la main aux plus simples artisans, aux plus modestes ouvriers pourvu que, par leurs travaux ou par leurs inventions, ils aient apporté leur contribution si faible qu'elle soit aux progrès de l'industrie. La Société a cependant, à diverses reprises, fait bon accueil à des communications que j'avais présentées ailleurs, notamment à la Société des ingénieurs civils sur diverses questions techniques, et elles ont été insérées dans les comptes rendus qui constituent aujourd'hui les annales les plus complètes des manifestations de notre activité nationale.

Mesdames, Messieurs,

Dès le lendemain de la guerre, après le siège de Paris, où les ballons avaient joué un si grand rôle, j'ai pensé, avec quelques amis qui avaient fondé la Société française de Navigation Aérienne, que l'aérostation était appelée à rendre d'importants services, non seulement dans l'art militaire, mais encore pour d'autres applications, si l'on parvenait à résoudre le problème capital qui se posait depuis tant d'années et, par là, je veux dire la direction des aérostats.

On peut considérer ce problème comme résolu aujourd'hui, quoique non

encore arrivé au degré de perfection désirable; et si ce résultat a été obtenu, c'est parce que l'on a réussi à résoudre un autre problème de mécanique, qui est la construction d'un moteur puissant et léger.

COUP D'ŒIL SUR LES ESSAIS DE DIRIGEABILITÉ DES BALLONS

Si, en effet, les tentatives des devanciers de M. Santos-Dumont n'ont pas eu de suite, c'est certainement parce qu'ils ne disposaient pas, à leur époque, d'une force motrice suffisante par rapport au poids qu'il fallait soulever et déplacer dans l'air. Il est juste pourtant de rappeler aussi brièvement que possible les essais de ces hommes audacieux qui ont mis à bord de la nacelle d'un ballon une machine actionnant une hélice pour trouver dans l'air la propulsion nécessaire au mouvement dans une direction différente de celle du vent. — Le premier qui ouvre la voie est Henri Giffard, le grand ingénieur, l'inventeur célèbre de l'injecteur qui, en 1852, fit une expérience de dirigeabilité en employant la vapeur comme agent de force motrice. Ce sont ensuite les frères Tissandier en 1883, avec un moteur électrique; puis viennent, en 1884, MM. Renard et Krebs en puisant également l'énergie dans l'électricité; à eux appartient le mérite d'être revenus les premiers au point de départ. Pour mémoire, je cite l'essai fait en 1872 par M. Dupuy de Lôme, qui fait manœuvrer à bras une hélice propulsive.

Ainsi que l'a dit le colonel Renard, dont M. Krebs était le collaborateur, le véritable précurseur de l'idée de la direction des ballons paraît être le général Meunier, tué au siège de Mayence et qui, étant encore lieutenant en 1785, avait conçu un projet de ballon dirigeable dont l'avancement devait s'effectuer à l'aide d'une hélice.

Dans ces différents essais, on voit que c'est l'hélice qui est l'engin propulseur par excellence, et c'est encore cet organe qui, avec le moteur, va continuer à jouer le rôle essentiel pour provoquer dans l'espace le déplacement des ballons et des appareils volants.

Le colonel Renard, dont nous regrettons la perte récente, partage donc avec le commandant Krebs, aujourd'hui directeur de la Société des Établissements Panhard et Levassor, la gloire d'avoir réussi à diriger un aérostat dans des conditions telles qu'il a pu être ramené au point de départ.

Pourquoi, après plusieurs ascensions que fit la même année avec le ballon « La France » le colonel Renard, et auxquelles participa le commandant Renard son frère, n'a-t-il pas recommencé et répété ses essais de dirigeabilité? Il ne m'appartient pas d'en rechercher et d'en indiquer ici les causes. Je me bornerai à dire que le savant ingénieur militaire pensait toujours à la même question puisque, jusqu'à la fin sa vie, il n'a cessé d'y travailler, s'ingéniant d'abord

à perfectionner la production de l'électricité pour arriver à un générateur moins pesant, puis à combiner et expérimenter un système de chaudière à vapeur qui, sous un faible poids, permettrait d'alimenter un moteur de grande puissance.

S'il n'y avait à redouter les dangers provenant du foyer qui serait formé de brûleurs à pétrole, et s'il ne fallait considérer le poids de l'eau à emporter, bien plus considérable que celui de l'hydrocarbure liquide, le moteur à vapeur, par sa souplesse, présenterait évidemment des avantages sur les moteurs à pétrole.

RAPPEL DE L'ÉPREUVE DU PRIX DEUTSCH GAGNÉ PAR M. SANTOS-DUMONT

Le problème de la dirigeabilité, tenté infructueusement dix ans après par le comte Zeppelin, avait, vers le commencement du siècle, séduit l'imagination d'un jeune Brésilien dont le nom est dans toutes les bouches; j'ai nommé M. Santos-Dumont. C'est lui qui, après un certain nombre de tâtonnements suivis avec une ténacité et une persévérance incroyables, eut l'audace de mettre franchement à bord de la nacelle d'un aérostat de forme oblongue, et muni du ballonnet du général Meunier, un moteur à pétrole actionnant une hélice. On sait, qu'avec son aérostat n° 6, il remporta le prix fondé par M. Deutsch de la Meurthe, dans un concours auquel il se présenta seul et dont le programme consistait, en partant des coteaux de Saint-Cloud, à se diriger vers la Tour Eiffel, à la doubler et à revenir au point de départ en une demi-heure. Je me rappelle encore l'émotion poignante qui m'a saisi lorsque je suivais, de la station des coteaux de Saint-Cloud, la marche du frêle esquif à travers l'espace, et quelle angoisse s'est emparée de moi, comme de tous les spectateurs, quand il a disparu derrière la Tour Eiffel contre laquelle un coup de vent a failli le briser. Ce fut un cri d'admiration qui sortit de toutes les poitrines quand nous vîmes arriver l'aérostat, après un laps de temps de 29′40″, au zénith du point d'où il était parti, en touchant la terre avec le guide-rope.

Comme il avait mis 40″ environ pour atterrir, c'est-à-dire qu'il avait dépassé la demi-heure de 20″, plusieurs membres de la commission d'aérostation scientifique contestèrent au hardi aéronaute qu'il eût bien rempli toutes les conditions du programme. Je fus parmi les assistants qui, interprètes de l'opinion publique, insistèrent énergiquement pour faire proclamer sa victoire.

Sans diminuer en aucune façon le mérite qui revient à ceux qui montaient le ballon *La France*, qui ramenèrent, eux aussi, l'aérostat au point de départ, mais sans avoir à satisfaire à des conditions imposées antérieurement, j'ai pu déclarer avec raison que, dans la circonstance spéciale du concours du prix

Deutsch, où le but et la durée du parcours étaient assignés d'avance, M. Santos-Dumont avait bien maîtrisé l'espace et le temps.

Depuis le 19 octobre 1901, qui marque cette date mémorable, M. Santos-Dumont a fait d'autres évolutions avec son dirigeable, mais sans améliorer sensiblement son appareil. En effet, il faut reconnaître, qu'au point de vue de l'agencement mécanique, et surtout sous le rapport de la stabilité, il y avait encore beaucoup à faire, et c'est ici qu'il faut payer un juste tribut d'éloges à M. Julliot, l'habile ingénieur, qui, sous l'impulsion et avec l'appui financier de MM. Lebaudy frères, a construit le ballon le *Jaune*, puis le ballon *Patrie*, remarquables par l'ingéniosité des dispositions techniques, comme par l'étude raisonnée des éléments qui rentrent dans leur construction, et notamment des plans de stabilisation assurant une certaine rigidité à la base du hallon.

Il n'en restera pas moins aequis que c'est M. Santos-Dumont qui a réouvert la voie de la recherche de la dirigeabilité et, nouveau Sigurd, a réveillé, si je peux me permettre cette comparaison, cette Walkyrie qui dormait depuis seize ans dans le parc de Meudon, et l'a ranimée pour aller avec elle à la conquête de l'air.

Grâce à l'obligeance de M. Gaumont qui, dans les applications du cinématographe perfectionné par lui, ne néglige pas celles qui ont un caractère scientifique, je vais faire dérouler devant vous une des sorties ascensionnelles d'un des aérostats dirigeables de M. Santos-Dumont, puis ensuite une manœuvre aérienne du ballon *Patrie*.

COMMENT SE POSE LE PROBLÈME DE L'AVIATION

L'aéronautique comprend deux branches principales : *l'aérostation* soit avec les ballons libres, soit avec les aérostats dirigeables, et *l'aviation*, du mot *avis* — oiseau — avec des appareils dits volateurs pouvant s'élever et se déplacer dans l'espace sans avoir recours à un gaz moins dense que l'air qui, d'après le principe d'Archimède, donne une poussée verticale détruisant l'effet de la pesanteur. Avec l'aviation, on doit réaliser ce qu'on appelle communément le plus lourd que l'air.

C'est de cette seconde branche de l'aéronautique que je dois vous entretenir et si j'ai cru devoir effleurer la première, l'aérostation, c'est parce que, dans l'une comme dans l'autre, M. Santos-Dumont est encore celui qui a fait faire un pas décisif vers la solution tant cherchée, en mettant à profit le même genre de moteur actionnant une hélice propulsive.

M. Santos-Dumont, en effet, ne s'était pas endormi sur ses lauriers et, laissant de côté le ballon dirigeable, il était revenu au ballon libre pour prendre part au concours de la Coupe Gordon Bennett qui a eu lieu l'année dernière. Il

avait adapté à sa nacelle un moteur avec deux hélices afin de pouvoir se maintenir plus longtemps sans perdre de lest. Malheureusement il n'a pas réussi, car un accident arrivé à son mécanisme l'obligea à atterrir sur la côte de Normandie, au moment où il allait traverser la Manche. Mais c'est le cas de dire qu'à quelque chose malheur est bon, puisque c'est à la suite de cet insuccès que M. Santos-Dumont, changeant son fusil d'épaule, a abandonné l'aérostation pour s'adonner à l'aviation où il vient du premier coup de triompher magistralement.

DESCRIPTION DE L'AÉROPLANE DE M. SANTOS-DUMONT ET RÉCIT DE L'EXPÉRIENCE DANS LE CONCOURS DE LA COUPE ARCHDEACON

Avant d'énumérer les résultats des essais auxquels s'est livré l'audacieux aviateur, car c'est maintenant le nom qui doit remplacer celui d'aéronaute, il convient de décrire l'appareil planeur qui lui a permis de s'élever du sol par ses propres moyens, à la manière de l'oiseau, c'est-à-dire en réalisant le principe du plus lourd que l'air.

Tous ceux qui me font l'honneur de m'écouter ont certainement vu dans les journaux illustrés l'image du nouvel aéroplane, et peut-être même examiné les plans qui en ont été donnés dans les revues spéciales. Plutôt donc que de le représenter par un dessin, j'ai préféré vous le montrer avec ce modèle, qui est suspendu au plafond de cette salle et qui m'a été obligeamment prêté par la Société Antoinette, dans les ateliers de laquelle a été construit le moteur.

De tous les aéroplanes imaginés jusqu'à ce jour, c'est celui de M. Santos-Dumont qui peut le mieux être comparé à un oiseau, suivant la description imagée qu'en a donnée la *Revue de l'Aviation*.

Les ailes sont les deux sustentateurs symétriques à deux plans parallèles, établis d'après le principe du cerf-volant inventé par l'ingénieur australien Hargrave. Ces deux ailes, vues par bout, forment un angle dièdre très ouvert et, au-dessous de l'arête commune, se trouve la nacelle figurant le corps de l'oiseau et portant le moteur dont l'arbre prolongé actionne l'hélice propulsive qui, si l'on veut, forme la queue de l'aéroplane. Devant le moteur, est le palier où se tient l'aviateur et, en avant, est adaptée une poutre effilée représentant le cou allongé de l'oiseau, dont la tête est remplacée par un caisson constituant un gouvernail cellulaire. Toute l'ossature est constituée par des tiges de bambou ou de bois léger et les plans du sustentateur sont maintenus à écartement par des cloisons verticales, le tout raidi au moyen de cordes de piano.

L'hélice qui fournit la propulsion est à deux palettes; elle a deux mètres de diamètre et un pas d'un mètre; elle fait environ 1 500 tours par minute, entraînée par un moteur à pétrole de 50 chevaux, dont les plans ont été dressés

par l'ingénieur Levavasseur. — D'après ce dernier, le poids spécifique du moteur par puissance de cheval ne dépasserait pas $1^{kil},500$; mais il faut le considérer en ordre de marche, c'est-à-dire tenir compte du poids de l'arbre prolongé de l'hélice, du carburateur, de la magnéto d'allumage et des supports, soit 125 kilogrammes, ce qui correspond en réalité à $2^{kil},500$ par cheval.

La force de traction de l'hélice mesurée au point fixe est de 150 kilogrammes. Le poids total de l'aéroplane est de 300 kilogrammes, en y comprenant le poids du pilote aviateur. Celui-ci, debout dans son panier, commande par un volant les deux câbles qui permettent de faire dévier soit dans un plan vertical, soit dans un plan horizontal le caisson gouvernail qui est, à cet effet, attaché à la poutre effilée par une articulation à la Cardan.

C'est à partir du 10 septembre de l'année dernière que M. Santos-Dumont a commencé ses essais avec l'aéroplane. Pour démarrer l'appareil, il l'avait d'abord suspendu à un ballon flotteur, puis il l'avait fait glisser sur un câble au moyen d'une poulie. Mais il a préféré le transporter de son hangar jusqu'à la prairie de Bagatelle au moyen d'un chariot, sur lequel l'appareil reposait par deux roues de vélocipède. C'est sur les deux points de contact de ces roues que l'appareil est équilibré dans le plan vertical. Avant de le monter sur ces roues, on a équilibré l'appareil dans le sens transversal en le plaçant sur un pivot comme une balance.

Il serait trop long d'énumérer par les détails les différents essais exécutés par M. Santos-Dumont; arrivons tout de suite au 23 octobre 1906, jour où M. Santos-Dumont parvint à effectuer une véritable envolée d'environ 60 mètres, ce qui lui fit gagner la coupe fondée par M. Archdeacon.

Pour ceux qui désirent connaître par le menu tous les détails des derniers essais de M. Santos-Dumont, je ne puis mieux faire que de les renvoyer à la Revue intitulée *l'Aérophile*, qui en a fait le récit très complet, dans le numéro de décembre dernier, sous le titre : « Nouveau triomphe de M. Santos-Dumont. »

C'est le 12 novembre 1906 qui fut la journée la plus significative et qui, sous la réserve des expériences si mystérieuses des frères Wright, et sur lesquelles je reviendrai plus tard, doit marquer la date du premier vol artificiel à l'aide d'un appareil à moteur monté par un homme.

Il y eut, dans cette journée, quatre envolées : deux le matin et deux dans l'après-midi, et c'est la dernière qui atteint un parcours de 220 mètres en 21″ 1/5. M. Chavoutier, archiviste de la Société de Navigation Aérienne, qui a bien voulu m'assister, a eu la bonne fortune de voir de ses propres yeux planer l'appareil de M. Santos-Dumont. Lui qui a été l'élève, puis le collaborateur du célèbre Henri Giffard, et qui a fait un grand nombre d'ascensions avec des ballons libres et en ballon captif, a été, plus que tout autre, impressionné quand il a vu s'élever de terre, puis planer dans l'espace un appareil plus lourd que

l'air. — Aurait-il pu, comme ses collègues membres depuis sa fondation, c'est-à-dire depuis près de quarante ans, de la Société de Navigation Aérienne, prévoir un pareil résultat, qui n'a été possible que parce que l'on peut disposer aujourd'hui d'une force motrice considérable sous un faible poids, grâce au perfectionnement du moteur à pétrole?

L'appareil aéroplane ne s'est pas élevé seulement du sol; il s'y est maintenu et a suivi son trajet en ligne droite, sauf une légère inflexion, mais toujours bien horizontal, c'est-à-dire avec la stabilité qu'il avait lorsqu'il reposait sur ses deux roues et qu'il a conservée naturellement en se déplaçant dans l'air sous la poussée de l'hélice.

Depuis le 12 novembre, M. Santos-Dumont n'a plus continué ses essais, ne trouvant pas à Bagatelle une étendue suffisante pour ses évolutions. C'est parce qu'il a craint de se heurter contre un bouquet d'arbres qu'il a coupé son allumage dans sa dernière envolée. Comme on ne lui a pas permis d'évoluer dans le champ de courses du bois de Boulogne, il a dû rechercher un terrain plus vaste, et l'on sait que le Ministre de la Guerre l'a autorisé à disposer du champ de manœuvres de Saint-Cyr, près duquel il a installé son hangar. On ne peut qu'applaudir à cette décision qui montre que quelquefois, en France, une administration peut n'être pas réfractaire au progrès.

Dans l'allocution humoristique que M. Archdeacon, expérimentateur passionné pour l'aviation, prononçait au banquet offert par l'Aéro-Club à M. Santos-Dumont après sa victoire du 12 novembre, il s'exprimait ainsi en parlant de ce dernier :

« Notre ami ne s'est jamais piqué d'être ingénieur; c'est un homme qui veut ce qu'il veut, avec une ténacité sans seconde, jusqu'à ce qu'il ait réussi, et il a réussi. » Et il ajoutait : « Oh! maintenant les imitateurs ne vont pas tarder à venir. Je parierais même volontiers que plusieurs d'entre eux déclareront que ce qu'a fait Santos-Dumont « n'était pas malin » et que si leurs nombreuses occupations le leur avaient permis, ils en auraient fait tout autant. Eh bien! non, Messieurs, leur répondrais-je, que ne l'avez-vous fait? »

Oui, dirais-je à mon tour, pourquoi M. Santos-Dumont a-t-il réussi là où tant d'autres avaient échoué? J'en ai déjà indiqué la raison. Mais, pour bien se rendre compte du pas énorme que l'intrépide Brésilien a fait faire à l'aviation, il n'est pas inutile de jeter un regard rétrospectif vers le passé.

APERÇU HISTORIQUE DES TENTATIVES DES PARTISANS DE L'AVIATION. PREMIÈRES ÉTUDES SUR LE VOL DES OISEAUX

Aussi loin que l'on remonte dans le cours des âges, on constate qu'une des idées qui ont le plus hanté le cerveau humain a été le désir de s'élever dans les

airs en imitant l'oiseau. Qui de nous n'a rêvé qu'il était soulevé et qu'il planait dans l'espace? Généralement on se réveille au moment où on retombe sur le sol.

L'histoire a retenu un certain nombre de tentatives presque toutes malheureuses, faites par des imprudents dont l'ancêtre mythologique est Icare, le fils de Dédale. On sait, par le récit fameux des *Métamorphoses* d'Ovide, que c'est en voulant trop s'approcher du soleil, malgré les recommandations de son père, que l'infortuné Icare sentit fondre la cire qui attachait ses ailes et fut précipité dans la mer où il disparut. Trop souvent la chaleur solaire a fait éclater des ballons par suite de la dilatation brusque du gaz.

Les Dieux de l'Olympe reposant sur les nuages, sortes de ballons à vapeur d'eau sans enveloppe, donnent l'image du plus léger que l'air, c'est-à-dire de l'aérostation, tandis que Mercure, avec ses ailes aux pieds, symbolise l'aviation comme Icare, comme Eros lorsqu'il enlève Psyché, comme les anges et les archanges et aussi comme les chevaux ailés des Walkyries de la mythologie scandinave.

Dans l'antiquité, la fiction commence à se rapprocher de la réalité avec l'invention de la colombe en bois d'Achytas de Tarente et avec un essai de vol plané par Hanomann. Au moyen âge, on cite un assez grand nombre d'exemples d'hommes audacieux voulant renouveler la tentative d'Icare et qui, presque tous, sont victimes de leur témérité.

C'est Léonard de Vinci qui semble le premier avoir fait une étude sérieuse du vol des oiseaux. Je me suis procuré récemment un fac-similé du manuscrit dans lequel cet homme de génie universel, à la fois physicien, chimiste, ingénieur, a analysé, d'une manière assez scientifique pour l'époque, tous les phénomènes du vol, en appuyant ses démonstrations de dessins dont le coup de crayon n'a pas lieu de nous surprendre de la part du grand artiste.

Il serait injuste de ne pas citer l'ouvrage remarquable du Napolitain Borelli (*De motu animalium*) publié en 1680, et dont un livre entier est consacré au vol des oiseaux.

Je ne fais qu'indiquer les fantaisies de Cyrano de Bergerac, rendu célèbre par le beau drame de M. Rostand, les tentatives infructueuses du Père Barthélemy Lorenço, que le Brésil regarde comme le précurseur de M. Santos-Dumont.

Au XVIIIe siècle, où les progrès des sciences montrent l'inanité des recherches faites par les hommes volants, les essais dans cette ordre d'idées tombent dans la caricature. C'est alors que surgit la célèbre découverte des frères Montgolfier, qui excita un enthousiasme indescriptible chez leurs contemporains, mais que, dans une boutade, M. Nadar considéra plus tard comme un recul pour la solution du problème de la conquête de l'espace par le plus lourd que l'air.

C'est grâce à un esprit éclairé et passionné pour cette question, M. le vicomte de Ponton d'Amécourt, dont le nom ne doit pas rester dans l'oubli sur-

tout aujourd'hui, que la recherche du problème par le plus lourd que l'air occupa de nouveau l'attention vers 1860. Sous sa direction, furent rédigés un certain nombre de mémoires sur la locomotion aérienne sans ballon, parmi lesquels je signalerai ceux de M. Landur, mathématicien distingué, de M. Paul de Morénas, de M. Liais, astronome, et enfin de M. Babinet, un des membres les plus illustres de l'Académie des Sciences, qui remplissait pour la dernière fois de mon temps les fonctions d'examinateur de sortie à l'École polytechnique. Les auteurs de ces mémoires démontrent d'une façon très claire la possibilité de résoudre le problème de l'aviation à la condition que l'on puisse disposer d'un moteur léger et puissant.

ÉTUDES FAITES SOUS LA DIRECTION DE M. DE PONTON D'AMÉCOURT

Dans la collection des anciens appareils de la Société de navigation aérienne, j'ai pris le petit modèle que vous avez devant vous et qui a été construit sur les indications de M. Babinet pour M. de Ponton d'Amécourt. Cet appareil se compose d'une petite machine à vapeur alimentée par une chaudière à serpentin que chauffe une lampe à alcool. La vapeur actionne le moteur composé de deux courts cylindres à piston communiquant un mouvement rotatif à un double arbre vertical muni de deux hélices tournant en sens contraire. Je doute que le poids de cet appareil par rapport au faible travail développé lui ait permis de s'élever. Il n'en reste pas moins un souvenir historique intéressant des conceptions mécaniques de cette époque.

Je ne puis résister au plaisir de citer ici quelques passages du mémoire humoristique intitulé : « La conquête de l'air par l'hélice », exposé d'un système d'aviateur par M. le vicomte de Ponton d'Amécourt.

« Je viens, écrit-il au début de ce travail, réclamer une place dans le calendrier de M. Babinet et dire ce qui peut être fait, ce que j'ai fait et ce qui reste à faire pour résoudre complètement le problème de la navigation aérienne, dompter le vent, se faire un piédestal de l'élément qui produit l'ouragan, comme on s'est fait un manœuvre et un courrier de l'élément qui produit la foudre, étendre sur l'atmosphère la domination que l'homme exerce sur les continents et sur les mers, planer comme l'aigle, monter verticalement comme l'alouette, raser la terre comme l'hirondelle, dévorer l'espace comme le projectile avec 400 mètres de vitesse par seconde. »

Plus loin : « Comment donc l'oiseau vole-t-il? En appuyant sur l'air ses ailes étendues. L'air est donc un point d'appui? Oui, un point d'appui fugitif, mais aussi réel que la matière solide, pourvu qu'on l'empêche de fuir ou qu'on l'atteigne avant qu'il s'échappe, un point d'appui élastique, et partant plus sûr que la matière solide, puisqu'il n'offre pas le danger des chocs. »

Comparant ensuite les organes qui peuvent être employés pour agir sur l'air, il explique pourquoi on doit donner la préférence à l'hélice, de la manière suivante :

« L'hélice agit en plongeant entièrement dans le fluide qui sert de point d'appui, ce que la roue à aubes ordinaire ne saurait faire. Elle agit sans intermittences, ce qu'on ne saurait obtenir d'ailes analogues à celles de l'oiseau; elle peut, dans toutes les parties de sa structure, contribuer à sa destination. Ces avantages nous portent à croire que c'est un des meilleurs organes que nous puissions employer. »

Vous venez de voir le petit appareil à deux hélices que M. de Ponton d'Amécourt avait fait construire.

Aujourd'hui, le pronostic de M. de Ponton d'Amécourt est justifié par l'aéroplane, tout au moins la démonstration est-elle faite : qu'un homme peut s'élever dans l'air avec un moteur convenable. Mais l'aéroplane doit-il être la meilleure forme des machines volantes?

CLASSIFICATION DES APPAREILS D'AVIATION. RÉSUMÉ, PAR M. PÉNAUD, DES TRAVAUX ANTÉRIEURS

On peut ranger en trois classes les volateurs, c'est-à-dire les machines qui doivent réaliser l'aviation : les *orthoptères;* les *hélicoptères;* les *aéroplanes.*

Les partisans des orthoptères cherchent, à l'instar des oiseaux, à se soutenir dans l'air par des ailes battantes. Je crois qu'ils font fausse route, car, pour la locomotion aérienne comme pour la locomotion terrestre, il ne faut pas copier servilement la nature; le mouvement continu doit remplacer le mouvement alternatif : les voitures ont des roues et non des jambes.

Pour les hélicoptères, dans lesquels on demande à l'hélice tournant sur un axe vertical de produire l'ascension avant la translation, je doute qu'ils puissent donner des résultats sérieux, malgré les persévérants essais faits par l'ingénieur Léger, avec l'appui de M. le prince de Monaco, tant qu'on n'aura pas trouvé l'hélice donnant un meilleur rendement.

C'est donc à la classe des aéroplanes, comme vient de le prouver d'une façon si saisissante M. Santos-Dumont, qu'il faut donner la préférence pour les volateurs.

Dans les premières années de sa fondation, la Société française de navigation aérienne consacrait la plupart de ses séances à l'étude du vol des oiseaux, et des discussions s'élevaient entre les partisans des diverses classes de volateurs. Parmi ceux qui prônaient le planement, était M. Pénaud qui, avec M. Hureau de Villeneuve, a obtenu un prix de l'Académie des Sciences pour son remarquable travail sur la théorie du vol.

Dans la séance du 24 février 1874, à laquelle je me rappelle avoir assisté, M. Pénaud a fait un exposé magistral de la question en résumant, comme rapporteur, les travaux présentés par différents membres dans l'année précédente. Il commençait par tracer un historique rappelant que déjà en 1784 Huber, celui qui a étudié les mœurs des abeilles, et Dubochet, en 1864, avaient indiqué, qu'avant tout, le vol était un glissement et fait remarquer que l'oiseau s'envole tête au vent. M. Liais, contemporain de M. de Ponton d'Amécourt, avait indiqué de son côté combien on se trompait en assimilant la résistance de l'aile de l'oiseau dans un battement sur place à celle d'un plan choquant l'air normalement d'un mouvement uniforme et continu, et montré que, dans le premier cas, il y a une masse d'air considérable brusquement agitée, tandis que, dans le deuxième cas, c'est une masse d'air assez limitée déjà en action et dont il s'agit d'entretenir le mouvement.

Il rappelle que M. Hauvel a mis en évidence les résultats très précis obtenus par Thibault sur le mouvement oblique des surfaces minces dans l'air, montrant la résistance considérable qu'elles éprouvent dans ce cas, et cite les chiffres et considérations de Morin, Didion, Poncelet, Duchemin, etc., sur le mouvement accéléré, la résistance au départ et l'influence du mouvement circulaire. Il a fait voir, en les appliquant dans ses calculs, comment l'oiseau pouvait se soutenir avec des battements peu nombreux et un travail restreint, et montré l'erreur de ceux qui ont voulu étudier le vol à l'aide de la résistance qu'un plan éprouve, en se mouvant normalement dans l'air, d'une marche uniforme, erreur qui date de Lalande, et subsiste encore malheureusement, je le reconnais, dans quelques esprits peu au courant de la question, après avoir passé par Navier, André, Landur (pourtant si lucide), P. Thomas, etc.

Puisque j'ai évoqué le souvenir de M. Pénaud, que la mort a trop tôt ravi à la science de l'aéronautique, je crois devoir citer encore un passage d'un de ses mémoires, dans lequel, avec un talent de véritable poète, il a caractérisé les différentes formes du vol :

« La plupart des observations sur le vol ont été faites simplement en regardant l'oiseau libre dans l'atmosphère. Cette méthode a de grandes qualités, mais elle a de grands défauts.

« Elle permet de saisir des occasions uniques, de surprendre la nature sur le fait.

« Ce n'est qu'en pleine campagne que l'on verra les carrières, les plongées et les ressources du pèlerin, l'épervier traversant un buisson, dont il ressort avec sa proie, la crécerelle fixée au sein des airs, le vol à voiles majestueux du vautour et de la buse, qui s'élèvent en décrivant des cercles. C'est autour des vieilles églises que l'on admirera, par un beau soir de juillet, le vol fulgurant des martinets, les ébats faciles du freux. C'est le long des falaises que l'oiseau

de mer nous étonnera par les courbes flexibles qu'il sait suivre sur ses ailes étroites, qu'il arque sous lui, et que passera devant nous, comme une flèche bizarre, le plongeon au corps fusiforme. C'est sur la lisière des bois que notre attention sera brusquement éveillée par le départ tumultueux du faisan et de la perdrix, par le sifflement de l'aile du ramier; au crépuscule, nous y verrons les hibous vaguer comme des ombres, tandis que le crapaud volant happe un insecte et que la chauve-souris nous frôle en voltigeant. Sur le bord des étangs c'est une bécassine qui s'enlève par saccades vigoureuses, un martin-pêcheur qui file, un héron qui s'éloigne, paresseusement porté sur ses grandes ailes, ou traverse le ciel en croisant les oies au long cou, qui voyagent en bataille, et les bandes de corbeaux qui regagnent tranquillement leur futaie.

« Ces études, ces spectacles me sont chers, je l'avoue. Que d'heureuses impressions resteront sur la rétine et dans le souvenir, que de grands aperçus naîtront, que de remarques l'on fera, surtout si l'on sait profiter des contrastes et des scintillements que le soleil, prêt à se coucher, produit souvent sur les plumes de l'oiseau et aussi sur les ailes des insectes. C'est ainsi qu'ont dû observer les Cayley, les Huber, les Audubon, les Dubochet, les Macgillivray, les Tessan, les Preschl, les Straus-Durckeim, les de Lucy, les d'Esterno, les Wenham, etc. »

TRAITÉ DU DOCTEUR MAREY SUR LE VOL DES OISEAUX ET THÉORIES SUR LE VOL PLANÉ PAR MM. DRZEWICKI, RENARD, VALLIER, ETC.

Dans son remarquable traité sur le vol des oiseaux, le savant docteur Marey, membre de l'Institut, que j'ai eu l'honneur de connaître, a poussé aussi loin que possible l'étude du vol au double point de vue physiologique et dynamique. Il a très nettement distingué et analysé trois genres de vol : le vol *ramé*, c'est-à-dire à ailes battantes, le vol *plané* et le vol à *la voile*. Dans ces deux derniers vols, les ailes déployées ne bougent pas. La différence entre les deux vols réside en ce que, dans le premier cas, l'oiseau, en supposant qu'il se meuve dans un air calme, doit être animé d'une certaine vitesse, soit qu'il la produise par un effort musculaire, soit qu'il l'obtienne par la pesanteur en tombant d'une certaine hauteur. Dans le second cas : le vol à la voile, l'oiseau est entraîné comme les bateaux sous le vent, et ce sont des courants ascendants qui procurent à l'animal ailé le point d'appui et la propulsion. Il n'a donc aucun travail à faire, tandis que dans le vol ramé le battement des ailes exige une dépense relativement considérable de force musculaire.

C'est le vol plané, préféré par un grand nombre d'oiseaux et particulièrement des mouettes et des goélands, qui doit surtout fixer notre attention, puisque c'est d'après le même principe que fonctionnent les appareils volateurs aéroplanes.

La théorie du vol plané a été plus récemment présentée d'une façon magistrale par M. Drzewicki, et je recommande vivement la lecture de sa brochure publiée en 1890. Depuis, des travaux dignes d'attention ont été faits sur le même sujet par MM. les colonels Renard et Vallier, M. Soreau, le capitaine Ferber, et, tout récemment, par le capitaine d'artillerie Lucas-Girardville.

En particulier, le capitaine Ferber a publié dans la *Revue d'Artillerie*, sous le titre : « Les progrès de l'aviation par le vol plané » une série d'articles du plus vif intérêt par la forme quelque peu humoristique sous laquelle le sujet est traité. Je signalerai surtout celui intitulé : « *Pas à pas, saut à saut, vol à vol.* » C'est dans ce dernier que se trouvent exposées les célèbres tentatives de l'Allemand Lilienthal, qui, le premier, en se plaçant dans un appareil sustentateur, parvint à se déplacer dans l'air en faisant des glissades d'une assez grande étendue. Comme le dit le capitaine Ferber, contrairement à tous les inventeurs de machines volantes compliquées, comportant un moteur qui ne les avait jamais enlevées, Lilienthal arriva à cette conclusion que la question de la stabilité était tout et qu'il fallait la résoudre avant d'adjoindre un moteur à l'appareil. Il échoua malheureusement dans une dernière expérience ; ayant mal calculé son essor et l'action du vent, il fit une chute qui lui coûta la vie.

C'est peu de temps après, qu'en Amérique, des essais très sérieux de planement et de glissades dans l'air ont été entrepris par différents expérimentateurs, principalement sous la direction de M. Chanute, ingénieur de Chicago. Ce dernier, parallèlement à l'astronome Langley, s'est occupé avec succès de tout ce qui concerne l'aéronautique. M. Chanute, qui est d'un âge avancé, fit répéter les expériences de Lilienthal par ses assistants, MM. Hering et Avery, en se servant comme sustentateurs d'appareils à plans superposés inspirés du cerf-volant cellulaire inventé par MM. Hargrave, de Sydney.

EXPÉRIENCES REMARQUABLES DE LILIENTHAL ET ESSAIS DES FRÈRES WRIGHT EN AMÉRIQUE

Enfin, en 1900, on commença à parler des frères Wright qui, à Dayton (État de l'Ohio), se livraient à des expériences qui ont eu un énorme retentissement. Dans leurs premiers essais, ils opéraient avec un appareil sans moteur, par la méthode Lilienthal, en se lançant d'un point élevé avec une certaine vitesse et en profitant d'un vent ascendant, prenant la position étendue ou couchée, au lieu de se suspendre verticalement comme l'infortuné aéronaute allemand. Ils n'effectuaient ainsi que des glissades de quelques dizaines de mètres. Mais un jour les journaux américains ont annoncé, qu'ayant muni d'un moteur de 16 chevaux leur appareil pesant 338 kilogrammes et présentant une surface de

sustentation de 50 mètres avec une envergure de 12 mètres, ils avaient réussi à faire un parcours dans l'air d'environ 50 kilomètres. Si l'on ne devait pas se mettre en garde contre les exagérations des journalistes yankees, c'est aux frères Wright incontestablement que reviendrait la gloire que nous accordons à M. Santos-Dumont, et c'est la date du 19 décembre 1903, et non celle du 11 novembre 1905, qui marquerait le jour mémorable où, pour la première fois, un homme s'est élevé avec une machine volante. Bien plus, ils détiendraient pour longtemps le record du sport de l'aviation.

Cette nouvelle a donc été considérée jusqu'ici comme un bluff américain, et ce qui tend à lui donner ce caractère, c'est que, depuis ce jour, jamais les frères Wright n'ont renouvelé leur expérience. Si leur appareil avait été détérioré ou même détruit, ils auraient largement eu le temps, depuis deux ans, de le réparer ou d'en construire un autre. Leur inaction s'expliquerait par ce fait que leur réussite serait due plus à un secret qu'à une véritable invention susceptible d'être protégée par un brevet, et qu'ils ne veulent le dévoiler que contre la remise d'une somme d'un million. D'autres personnes m'ont dit qu'ils avaient traité avec le gouvernement des États-Unis qui s'opposait à tout nouvel essai pouvant entraîner une divulgation de leur système.

Quoi qu'il en soit, sans méconnaître l'importance des recherches des frères Wright, je conserverai jusqu'à nouvel ordre un doute et un scepticisme sur la nature des résultats obtenus. La valeur d'une découverte scientifique ne réside pas tant dans le fait observé, ou dans le phénomène constaté, que dans la reproduction de ce phénomène, non pas une fois, mais plusieurs fois. C'est la persistance, la durabilité de la marche d'un appareil, qui est le critérium de la valeur d'une invention. Combien de fois m'a-t-on montré une machine à mouvement perpétuel qui ne tournait que pendant quelques minutes! Il est vrai que, la plupart du temps, l'inventeur me disait : Je l'empêche d'aller trop longtemps, car elle s'emballerait, et je n'ai pas encore trouvé le frein pour l'arrêter.

COMPARAISON DE L'AÉROPLANE ET DU CERF-VOLANT

Il n'y aurait pas d'oiseaux, que l'homme aurait pu avoir encore la conception de l'aviation ou de la locomotion dans l'air. L'idée lui en serait venue par les effets du vent, depuis le plus faible zéphyr qui soulève les poussières et les corps légers jusqu'aux cyclones qui terrassent les arbres, abattent les maisons, brisent les navires et produisent des catastrophes épouvantables. Par les flèches, par le bomerang, par le cerf-volant, on se rend compte de l'action sustentatrice de l'air sur une surface mince.

On trouvera la théorie du cerf-volant exposée d'une façon intéressante dans l'ouvrage de M. P. Lecornu, dont j'ai parlé tout à l'heure. Dans un des pre-

miers chapitres, il donne une démonstration très élégante de M. Jules Pillet, un des membres distingués de votre Comité, qui a mis à profit son savoir en géométrie pour déterminer graphiquement la position que doit avoir le point d'attache de la corde pour obtenir la stabilité de l'appareil. La distance de ce point à celle du centre de pression doit être la moitié de la distance de celui-ci au centre de gravité. Cette même question a été traitée tout récemment par M. Magron, et on lira avec intérêt sa démonstration dans le numéro de l'*Aéronaute* du mois de janvier 1907.

Le cerf-volant se soutient dans l'espace en vertu de la composante verticale de la résistance de l'air qui est égale à son poids, lorsqu'il se déplace horizontalement, ou encore il y a équilibre entre le poids passant par le centre de gravité, la résistance de l'air exercée au centre de pression et la traction de la corde.

L'oiseau, dans son vol, en s'inclinant dans un plan vertical ou simplement en déplaçant sa tête ou sa queue, fait varier la position du centre de pression par rapport au centre de gravité, et c'est ainsi qu'il peut monter, descendre, virer à droite ou à gauche et décrire ces orbes et ces courbes si gracieuses que nous admirons chez l'hirondelle.

APPLICATION DES FORMULES THÉORIQUES A L'AÉROPLANE ET A L'EXPÉRIENCE DE M. SANTOS-DUMONT

Sans entrer dans des considérations mathématiques d'un ordre aussi élevé que celles du colonel Vallier et du capitaine Ferber, on peut, à l'aide d'équations sommaires comme l'a fait M. Banet-Rivet, établir les formules qui permettent de déterminer la force de propulsion et le travail nécessaire pour soulever et mouvoir l'aéroplane. Le tableau annexé (p. 862) donne les relations très simples qui permettent d'obtenir ces formules.

On part de la résistance d'un plan mince ou carreau, que l'on déplace dans l'air normalement à la direction du mouvement. Tout le monde est d'accord pour reconnaître que la résistance est proportionnelle au carré de la vitesse et à la surface, le tout multiplié par un coefficient. Dès qu'on incline le plan mince, la résistance varie; on a bataillé pendant plusieurs années pour savoir si la résistance était proportionnelle au sinus ou au carré du sinus de l'angle d'inclinaison. J'ai indiqué, sur ce tableau, les différentes formules qui résument cette loi de la résistance de l'air. A la suite de celle de Newton, qui était partisan du sinus carré, vous trouverez celle de Duchemin, longtemps appliquée en balistique, puis celles du colonel Renard et de M. Soreau. Il y en a pour tous les goûts.

Dans le cas de l'aéroplane, qui doit se déplacer avec un angle d'attaque

n'excédant jamais 10°, on peut se borner à adopter la loi du sinus simple; on peut aussi remplacer, comme l'a fait M. Lucas Girardville, le sinus par l'arc, et même, dans certaines équations, supprimer l'effet de l'angle, comme le fait M. Vallier, lorsque cet angle descend au-dessous de 5°.

M. Soreau, dans une communication qu'il a faite le 2 mai 1902 à la Société des Ingénieurs civils, a parfaitement défini la loi des faibles inclinaisons.

« Un calcul élémentaire, dit le distingué ingénieur, montre que, même avec les moteurs les plus légers, l'inclinaison de la voilure doit se maintenir entre des limites très rapprochées : si le courant d'air frappe en dessus, c'est la chute rapide, presque verticale, c'est la catastrophe qui mit fin si brutalement aux si curieuses expériences d'Otto Lilienthal; s'il la frappe en dessous, mais sous un angle supérieur à quelques degrés, c'est l'insuffisance de la réaction sustentatrice, c'est la chute plus ou moins lente suivant une trajectoire inclinée; il faut donc, pour résoudre le problème, maintenir d'une façon certaine l'inclinaison entre des limites espacées de quelques degrés seulement. »

Comme on le voit par la formule principale du tableau, le travail que doit fournir le moteur se compose de deux termes : d'une part le travail pour la sustentation et la propulsion, et, d'autre part, le travail pour vaincre la résistance de l'air, celle qui s'oppose à l'avancement. Dans le premier terme interviennent : au numérateur, le poids au carré à soulever; et au dénominateur, la surface de sustentation, la vitesse relative de l'esquif aéronat, qui est sa vitesse propre dans un air calme et qui est augmentée ou diminuée de la vitesse du vent, suivant qu'il marche en sens contraire ou dans le même sens que le vent. Les deux coefficients K et K' sont déterminés par l'expérience.

Un très grand nombre d'expérimentateurs ont cherché à mesurer ce coefficient, mais, presque toujours, ils se sont placés dans des conditions qui ne sont pas celles où se trouve un appareil en mouvement dans l'air, de telle sorte qu'aucune des valeurs mesurées ne peut être considérée comme applicable définitivement. Dans une lettre que m'a écrite M. Soreau, il me renvoie à une notice bibliographique qu'il a publiée en 1905, et où il dit que « aux faibles incidences, certaines voilures peuvent avoir une qualité 10, 20, 50 fois plus grande que le plan de même surface; résultat déconcertant à première vue mais qu'on s'explique en recherchant l'énorme influence du mode d'écoulement des filets fluides sur la valeur de la résistance de l'air. »

Appliquant les formules admises à l'aéroplane de M. Santos-Dumont, j'ai trouvé que le coefficient, pour ses plans sustentateurs, devait se rapprocher de 0,3; mais ce qui est beaucoup plus frappant, c'est que l'appareil de M. Santos-Dumont réalise de très près les conditions qui doivent être remplies, d'après les équations, pour obtenir le meilleur rendement théorique. Ainsi, par exemple, cet appareil fournit une vérification approchée d'un des théorèmes du colonel

Renard, qu'il est très important de rappeler ici, savoir que : « la force de traction nécessaire à la propulsion et à la sustentation d'un aéroplane est minimum lorsque la résistance du sustentateur est égale à la résistance de l'esquif. » Une constatation du même ordre nous est fournie en appliquant à l'aéroplane de M. Santos-Dumont une curieuse conséquence que M. le capitaine Lucas-Girardville tire de sa méthode de calcul. Il a déduit d'une de ses formules que, d'une manière absolue, le rapport entre le poids utile transporté et le poids mort sera maximum quand l'aéroplane sera construit de telle manière que le poids de l'ensemble : charpente, voilure, et celui de l'ensemble : moteur et propulseur, soient égaux. Or, dans une des visites que j'ai faites à M. Santos-Dumont, lui ayant demandé à brûle-pourpoint quels étaient les poids séparés de ses planeurs sustentateurs d'une part et de son moteur avec l'hélice d'autre part, il m'a répondu que ces poids étaient respectivement de 115 et de 125 kilos, c'est-à-dire assez sensiblement égaux.

La somme de ces deux poids fait 240 kilos, de telle sorte qu'après l'avoir retranchée du poids de l'aéroplane, qui est de 300 kilos, il reste 60 kilos pour le poids utile, lequel comprend le poids du jeune et svelte aéronaute (50 kilos) et 10 kilos pour les accessoires.

INTERPRÉTATION DE LA RELATION PRINCIPALE PAR LE COLONEL RENARD, RAPPROCHÉE DE CELLE DE M. LANDUR

Dans une de ses dernières communications à l'Académie des Sciences, faite par les soins de M. Maurice Lévy, sur l'aviation, le colonel Renard avait prouvé qu'il était possible de soutenir dans l'air un appareil volant du genre hélicoptère en employant les moteurs à explosion dans leur état actuel de légèreté. Déjà, dans la collection des mémoires publiés par M. le vicomte de Ponton d'Amécourt sur la navigation aérienne, que j'ai mentionnée plus haut, on trouve démontrée avec force calculs la possibilité de la sustentation permanente d'un appareil plus lourd que l'air au moyen des hélices et de moteurs, avec cette restriction qu'il faut arriver, pour ces moteurs, à un poids spécifique de moins de 10 kilos par cheval. Mais ces précurseurs se trompaient sur ce chiffre en croyant que les hélices étaient susceptibles d'un rendement supérieur à celui qu'elles ont réellement. Le colonel Renard, avec raison, a montré qu'il ne fallait pas que le moteur pesât plus de 5 kilos par cheval et que, pour arriver à soulever un homme, il était nécessaire que le poids du moteur s'abaissât au-dessous de 2 kilos. Il a terminé sa communication en exprimant l'opinion que les aéroplanes fournissant une sustentation économique sont certainement les appareils volants de l'avenir.

Dans une communication faite à la Société d'Encouragement, le commandant

Renard a rendu un pieux hommage à la mémoire de son frère en résumant ses travaux. Il a montré combien ce dernier savait traduire en langage vulgaire, très clair et facile à retenir, les formules principales de l'aviation.

Les trois facteurs qui seuls sont à considérer dans le problème sont : le poids à entraîner, la surface à choisir et le travail que l'on doit fournir. Le colonel Renard présente les relations entre ces facteurs sous les formes suivantes :

$$\frac{P^3}{T^2} = KS \qquad \frac{P^2}{T^2} = K\frac{S}{P} \qquad \frac{T^2}{P^2} = K\frac{P}{S} \qquad \left(\frac{T}{P}\right)^2 = \frac{P}{S}$$

Ici, dit le commandant Renard. l'interprétation devient facile : $\frac{T}{P}$ est le quotient d'un travail par unité de temps divisé par un poids, c'est-à-dire une longueur parcourue par unité de temps ou une vitesse. $\frac{P}{S}$, c'est la charge par unité de surface porteuse. Cette formule veut simplement dire que la puissance motrice nécessaire pour soutenir un poids donné avec un appareil d'aviation est la même que celle qui serait nécessaire pour élever un même poids avec une certaine vitesse, et que cette vitesse fictive d'ascension est proportionnelle, pour un appareil donné, à la racine carrée de la charge par unité de surface porteuse.

Dès 1860, dans son mémoire, M. Landur, que j'ai déjà cité, en éliminant la vitesse dans les deux équations fondamentales, arrivait à la relation $T = P\sqrt{\frac{P}{kS}}$ et en tirait une conséquence analogue à celle du colonel Renard.

T, écrivait-il, est le travail mécanique à dépenser, chaque seconde, pour soutenir en l'air le poids P, par le moyen de surfaces équivalant ensemble à une surface totale de S mètres carrés. Il ajoutait que le facteur $\frac{P}{kS}$ est la vitesse avec laquelle tomberait le poids P suspendu à un parachute de surface S : la formule indique donc qu'il faudrait dépenser, chaque seconde, le travail nécessaire pour faire remonter ce poids à la hauteur dont il serait descendu dans le même temps, muni d'un parachute.

En adoptant le nombre 0,7, chiffre assez élevé pour le coefficient de la résistance k, M. Landur résumait sa théorie ainsi : Quel que soit le système que l'on emploie pour s'enlever en l'air, le travail mécanique à dépenser uniquement pour se soutenir sera à peu près le même si l'appareil est judicieusement construit, et correspondra à une force motrice d'environ $\frac{P}{30}\sqrt{\frac{P}{S}}$ chevaux. Cette formule montre que la force motrice nécessaire pour soutenir en l'air un poids P peut être aussi faible que l'on voudra, pourvu que la surface S soit assez grande.

C'est à ces mêmes conclusions qu'est arrivé le regretté colonel Renard et certainement, si la mort ne l'avait pas ravi trop tôt à la science et à l'affection de tous ceux qui ont apprécié la droiture de son caractère, il aurait été un des premiers à applaudir l'expérience de M. Santos-Dumont, qui a vérifié ses justes indications.

COMPARAISON ENTRE L'AÉROPLANE ET L'HÉLICOPTÈRE

La comparaison de deux chiffres rend manifeste l'avantage de l'aéroplane sur l'hélicoptère. Si l'on prend, dans l'appareil de M. Santos-Dumont, l'hélice seule avec le moteur, en y ajoutant le bâti qui les porte, on a environ un poids de 145 kilogrammes. Ce poids, à la rigueur, pourrait être élevé verticalement par la poussée de l'hélice qui, mesurée au point fixe, est d'environ 150 kilogrammes. Mais, en adjoignant les plans sustentateurs avec le gouvernail d'avant et l'aéronaute lui-même, le poids de l'ensemble est presque doublé, puisqu'il atteint 300 kilogrammes. Eh bien, on voit que la même hélice tournant avec l'aéroplane dans un plan vertical, au lieu de tourner dans un plan horizontal comme dans l'hélicoptère et donnant une poussée dans le sens du mouvement, suffit cette fois pour élever et propulser un appareil d'un poids double. Pas de doute donc pour la préférence qu'il faut donner à l'aéroplane, où *c'est la vitesse qui crée à la fois la propulsion et par suite la sustentation.* Selon l'expression poétique du capitaine Ferber, l'ascension est une conséquence du mouvement de propulsion : c'est une fleur qui naît de la vitesse.

Il importe toutefois de faire remarquer que, dans le déplacement horizontal de l'aéroplane, il n'y a pas, comme dans l'ascension, de travail de résistance de la pesanteur. Il n'y a, en réalité, à compter avec la force de la gravité que pour élever l'appareil à l'altitude de marche et l'y maintenir. Ce travail est virtuellement celui qu'il faudrait pour remonter, à chaque seconde, l'appareil à la hauteur d'où il serait descendu dans le même temps muni d'un parachute. Alors, si l'appareil reste au même niveau dans l'air en suivant une trajectoire absolument rectiligne ou légèrement ondulatoire, le travail dépensé par le moteur est employé pour écarter et chasser les filets d'air déplacé. C'est la force vive de la masse fluide ainsi agitée qui représente donc le travail consommé.

Comme dans le vol plané de l'oiseau par chutes et rebondissements, si l'aéroplane est porté en haut en inclinant vers le ciel l'axe longitudinal de l'appareil, lorsqu'il redescendra à une altitude moindre, par l'effet de la pesanteur, il regagnera la plus grande partie du travail dépensé.

La théorie, comme l'expérience, démontre qu'il y a avantage à ce que l'angle d'inclinaison, qu'on pourrait appeler l'angle d'essor, soit égal à l'angle d'attaque

des plans sustentateurs, c'est-à-dire que les plans sustentateurs, pour partir, fassent avec l'horizon un angle double de l'angle d'attaque, en d'autres termes, que l'axe de l'appareil suive la direction de la bissectrice.

C'est également cette indication qu'on trouve dans la remarquable étude faite par le colonel Vallier sur l'aviation, qu'il a présentée à l'Académie des Sciences, dont il est membre correspondant, et qu'il a publiée dans la *Revue de Mécanique* sous le titre : « Notes sur la dynamique de l'aéroplane. »

RÉSUMÉ DE L'ÉTUDE DU COLONEL VALLIER SUR LA DYNAMIQUE DE L'AÉROPLANE

Dans son résumé, le colonel Vallier se défend d'avoir songé à établir un projet même rudimentaire d'aéroplane. Cependant, il donne à ce sujet des indications extrêmement précises dans la deuxième partie, qui comprend quatre chapitres : Le premier chapitre est consacré à l'examen de la marche d'un aéroplane et de l'énergie propulsive qui lui est nécessaire pour se soutenir, sans rechercher comment cette énergie, fournie par le moteur transporté, était transformée en puissance propulsive. Le colonel Vallier dit qu'il a retrouvé et complété des résultats déjà publiés par M. l'ingénieur de la Marine Henry dans son étude : *Aviateurs et aéroplanes.*

Le deuxième chapitre traite des relations qui doivent exister entre les organes de l'aéroplane proprement dit (ailes sustentatrices) et ceux de l'hélice propulsive. Il y met en évidence l'erreur que l'on commettrait en oubliant que la vitesse effective de l'hélice propulsive doit être appréciée en tenant compte de la vitesse d'entraînement de l'aéronat. Après avoir signalé ce point important de la théorie, il établit les conditions définitives de régime de l'appareil, entraîné par une hélice (couplée en général) tournant autour d'un axe horizontal et soutenue par des ailes inclinées.

Le colonel Vallier ajoute que le problème ainsi traité est loin de représenter les conditions de régime réel, et donne des solutions beaucoup trop favorables; on n'en arrive pas moins à constater que, dans l'état actuel de l'industrie, et à moins de découvertes absolument improbables, un tel aéronat ne saurait être pratiquement réalisé. L'essai de M. Santos-Dumont à Bagatelle a donné un heureux démenti à l'observation pessimiste du colonel Vallier; cet essai infirme également la conclusion par laquelle il a terminé son remarquable travail, et où il disait que le navire aérien et autonome, c'est-à-dire se soutenant et se mouvant à l'aide de la seule énergie qu'il transporte, ne semble pas pouvoir être réalisé sous la forme d'aéroplane simple.

Avec le capitaine Ferber, je crois que cette observation résulte d'une erreur commise dans un des calculs en ce qui concerne l'angle d'attaque. Mais je ne veux pas contredire le colonel Vallier quand il exprime la pensée que l'on

parviendra à constituer le navire aérien sous la forme d'aéroplane mixte, la sustentation étant assurée par un mécanisme d'hélicoptère et la stabilité par un empennage convenable. Par empennage, il faut entendre un système de déformation ou gauchissement des ailes sustentatrices.

Je ne voudrais pas qu'on m'attribuât un rôle de proscripteur à l'égard de l'emploi de l'hélice ou autre appareil similaire pour créer une sustentation directe, surtout quand on disposera de moteurs plus puissants par rapport à leur poids. Il pourra être utile, et même nécessaire dans beaucoup de cas, d'adjoindre des hélices sustentatrices à l'aéroplane soit pour pouvoir plus rapidement s'élever verticalement, soit pour amortir plus facilement sa descente et compléter avec les plans sustentateurs l'effet de parachute.

CONCLUSION. MÉRITE DE M. SANTOS-DUMONT, APPRÉCIATION DES RÉCENTS ESSAIS DE SES ÉMULES, C'EST-A-DIRE DES AUTEURS DES AÉROPLANES ACTUELS

La question de la dirigeabilité des aérostats avait fait un grand pas avec l'expérience du ballon la *France* en 1884, mais elle était restée dans l'ombre jusqu'aux expériences de M. Santos-Dumont, en 1900. Nous convenons que ce dernier n'a pas eu à revivifier la question du plus lourd que l'air qui, depuis les expériences de Lilienthal, de Chanute et des frères Wright, était remise sur le tapis et passionnait un grand nombre de chercheurs. Mais on peut dire qu'autour de lui on tâtonnait et que, si d'autres avaient mis un moteur sur un aéroplane, ils n'avaient pas quitté le sol ou s'étaient à peine soulevés de quelques centimètres. Il en a été ainsi malheureusement pour d'autres appareils volateurs, tels que l'aéroplane de M. Maxim, qui avait coûté plus d'un million au célèbre inventeur du canon, et l'Avion de M. Ader, qui a été expérimenté au camp de Satory, ainsi que me le rappelait tout récemment M. André Binet, ingénieur, ancien élève de l'École polytechnique, qui a assisté à cet essai. On peut voir l'Avion suspendu à la voûte de la chapelle du Conservatoire des Arts et Métiers, et l'on se convaincra que son auteur avait déployé là une ingéniosité extraordinaire, digne d'un meilleur sort.

Comme pour l'aérostat dirigeable, quelques esprits chagrins ou envieux se sont demandé où était le mérite de M. Santos-Dumont en dehors du courage et de l'intrépidité que personne ne lui conteste. A-t-il fait œuvre de savant ou d'ingénieur? Nullement, ce n'est pas là sa prétention, car il est d'une modestie égale à son grand cœur; c'est à vraiment parler un inventeur. Or, l'inventeur, je le connais bien, puisque je suis son conseiller depuis plus de quarante ans. C'est avant tout un artiste, c'est même un voyant; il regarde sans cesse le but qu'il poursuit et imagine des moyens nouveaux ou applique des moyens connus pour obtenir le résultat visé par lui. Procédant plus par intuition que par déduc-

THÉORIE ÉLÉMENTAIRE DE L'AÉROPLANE

LÉGENDE

R — Résistance de l'air par mètre carré.

S — Surface sustentatrice.

F — Vitesse en supposant le déplacement horizontal et en air calme.

i — Angle d'attaque.

P — Poids à enlever et à propulser.

f — Composante horizontale de la résistance ou effort de traction horizontale.

P' — Composante verticale ou réaction constituant la sustentation égale à P.

T — Travail élémentaire dans le cas du plan.

$\mathcal{T}$ — Travail total.

K — Coefficient de la résistance de l'air à la sustentation.

LOI DES VARIATIONS

DE LA RÉSISTANCE DE L'AIR SUIVANT L'ANGLE D'ATTAQUE i

$N i$ — Résistance du plan incliné suivant l'angle i.

N_{90} — Résistance du plan perpendiculaire à l'avancement.

$$\frac{N i}{N_{90}} = \sin^2 i \qquad \text{(Newton et Euler).}$$

$$\frac{N i}{N_{90}} = \sin i \qquad \text{(Marey).}$$

$$\frac{N i}{N_{90}} = \frac{2\pi \sin i}{4 + \pi \sin i} \qquad \text{(Rayleigh).}$$

$$\frac{N i}{N_{90}} = \frac{(4+\pi)\sin i}{4 + \pi \sin i} \qquad \text{(Gerlach).}$$

$$\frac{N i}{N_{90}} = \frac{2 \sin i}{1 + \sin^2 i} \qquad \text{(Duchemin).}$$

$$\frac{N i}{N_{90}} = \sin i\,(a - (a-1)\sin^2 i) \qquad \text{(Renard).}$$

$$\frac{N_{90}}{N i} = \sin i\, 1 + \frac{}{1 + tg^2 i} \qquad \text{(Soreau).}$$

FORMULES

CAS DU PLAN MINCE

$R = KSV^2$ (plan perpendiculaire à V).

$R = KSV^2 \sin i$ (incliné sur V).

$P' = R \cos i = KSV^2 \sin i \cos i$

P' (qui doit être égal à $P = 1/2\, KSV^2 \sin^2 i$

$$V^2 = \frac{2P}{KS \sin 2i} \qquad V^4 = \frac{4P^2}{K^2 S^2 \sin^2 2i}$$

$f = R \sin i = KSV^2 \sin^2 i$

$$f = \frac{P^2}{KSV^2 \cos^2 i} = P\, tg\, i$$

$T = f V = KSV^3 \sin^2 i,$

$$T = \frac{KSV^4 \sin^2 i}{V}.$$

$$T = \frac{KS \times 4P^2 \sin^2 i}{VK^2 S^2 \sin^2 2i} \qquad \sin^2 2i = 4 \sin^2 i \cos^2 i.$$

$$\text{Donc } T = \frac{P^2}{KSV \cos^2 i}$$

En éliminant V, on a : $T = \frac{P}{\cos i}\sqrt{\frac{P}{KS}}\, tg\, i.$

CAS DE L'AÉROPLANE

F — Effort total de traction.

f' — Effort destiné à vaincre la résistance à l'avancement.

K' — Coefficient de la résistance de l'air à l'avancement.

S' — Surface idéale correspondant au maître couple avec le moteur, les agrès, l'aéronaute et les accessoires.

$$f' = K' S' V^2$$
$$F = f + f'$$
$$\mathcal{T} = (f + f')\, V$$
$$\mathcal{T} = \frac{P^2}{KSV \cos^2 i} + K' S' V^3.$$

Pour avoir le minimum de $\mathcal{T}$ on prend les dérivées et on écrit :

$$\frac{d\mathcal{T}}{dV} = \frac{P^2}{KSV^2 \cos^2 i} + 3\, K' S' V^2 = 0$$

d'où $\qquad f = 3 f'$

La Propulsion accompagne et crée la sustentation.

tion il a la persévérance, il a la foi, et c'est pour cela qu'il réussit et qu'il dote la société de ses progrès, laquelle devrait le compter au premier rang des bienfaiteurs de l'humanité.

Gardons-nous cependant d'exagérer le résultat acquis aujourd'hui; l'aéroplane mettra encore quelque temps avant de devenir un engin pratique de locomotion aérienne. Et, à ce moment même, il ne remplacera pas l'aérostat, c'est-à-dire le ballon, dirigeable ou non, qui aura toujours sa place indiquée pour des ascensions à de grandes altitudes. L'aéroplane ne devra jamais dépasser une certaine hauteur, et il faudra qu'il soit construit de telle manière qu'il puisse, en cas d'arrêt du moteur, descendre comme un parachute venant obliquement et doucement atterrir après avoir usé sa vitesse acquise.

Je puis vous annoncer que M. Santos-Dumont a étudié et mis en construction un second type d'aéroplane à grande vitesse. Cette vitesse devra être double de celle avec laquelle son premier aéroplane a fonctionné et sera par conséquent d'environ 20 mètres par seconde; le doublement de la valeur de la vitesse lui permet de réduire au moins d'un demi-quart la surface du sustentateur, c'est-à-dire de faire un aéroplane beaucoup moins volumineux; le moteur sera de 100 chevaux et ne pèsera que 100 kilogrammes, soit 1 kilogramme par puissance de cheval. Ce moteur sera construit, comme le précédent, sur le type étudié par M. Levavasseur, de la Société Antoinette.

A notre connaissance, on construit actuellement en France plusieurs aéroplanes qui ne diffèrent guère, car ils sont faits par les mêmes constructeurs : M. Voisin pour la voilure et la Société Antoinette pour les moteurs. Je signalerai, comme propriétaires de ces aéroplanes, MM. Kapférer, Vuia et Delagrange. M. Esnault-Pelterie en construit un d'une forme assez originale, qui sera expérimenté prochainement.

Des essais ont déjà été faits, par M. Kapférer d'une part et par M. Voisin d'autre part, avec l'aéroplane Delagrange. En ce qui concerne ce dernier, les essais n'ont pas été heureux et hier jeudi, a un de ces essais auquel j'assistais, l'appareil après avoir fait un parcours de 30 mètres environ, au moment de quitter le sol, s'est renversé en arrière, un des montants formant entretoise entre les deux plans sustentateurs a été brisé et l'hélice a été faussée. Cependant cet appareil, s'il est renforcé et mieux équilibré, est établi dans des conditions qui permettent d'espérer qu'il pourra s'enlever. Mais fera-t-il un planement d'une plus grande étendue que celui de M. Santos-Dumont? C'est ce que personne ne peut dire, car il ne suffit pas de s'enlever dans l'air, il faut s'y maintenir. C'est là une question de stabilité, la plus difficile à résoudre.

M. Levavasseur et le capitaine Ferber font également construire des aéroplanes à deux places, dont le moteur développera une force de 100 chevaux.

Il n'est pas téméraire de penser que l'on fera peut-être des géo-aéroplanes, nom que l'on pourra donner à des véhicules mixtes, à la fois terrestres et aériens, qui se transformeront à volonté de voitures roulant sur le sol en volateurs planant dans l'air pour éviter des collisions ou franchir des obstacles élevés. Enfin, on peut espérer voir s'accomplir les temps prédits par M. Wells, l'écrivain humoristique anglais qui succède à notre Jules Verne et qui, dans son livre intitulé *Quand le dormeur s'éveillera,* prévoit l'époque où les voitures seront supprimées et remplacées par des aéroplanes, en un mot où, pour voyager, l'homme aura le plus souvent recours à la locomotion aérienne.

PAROLES PRONONCÉES PAR LE COMMANDANT PAUL RENARD A LA SUITE DE LA COMMUNICATION DE *M. Armengaud.*

Après la communication si intéressante que vient de vous présenter M. Armengaud, je tiens à le remercier d'avoir si bien rendu justice aux travaux de mon frère, le colonel Charles Renard, et je veux lui dire que j'en ai été vivement touché.

Permettez-moi, maintenant, d'attirer votre attention sur un point de sa communication. M. Armengaud vous a dit : On nous objectera que M. Santos-Dumont n'a rien inventé et que son aéroplane ne contient aucune innovation qui le différencie de ses devanciers. A cette objection, M. Armengaud nous a rappelé avec beaucoup de raison la réponse qu'il avait faite à l'apparition du téléphone aux gens qui prétendaient que M. Graham-Bell n'avait rien inventé : « C'est possible, leur dit-il, mais M. Bell est le premier qui ait construit un appareil qui transmet par un fil la parole humaine. » De même M. Santos-Dumont, toutes réserves faites en ce qui concerne les expériences plus ou moins constatées des frères Wrigth, est le premier qui, monté sur un aéroplane, se soit élevé de terre par ses propres moyens et ait accompli un parcours de quelque étendue, soutenu simplement par la résistance de l'air. Je partage sur ce point absolument l'avis de M. Armengaud, et ce mérite ne peut pas être enlevé à M. Santos-Dumont.

Toutefois, si M. Santos-Dumont a réussi là où d'autres avaient échoué, c'est qu'il y avait probablement, dans son appareil ou dans la manière de l'expérimenter, quelque chose de particulier, ce petit rien qu'on trouve dans toutes les inventions, qui ne sont la plupart du temps que des combinaisons d'éléments connus depuis longtemps, mais qu'on n'avait pas su, jusqu'à présent, associer d'une manière satisfaisante. Je vais tâcher de vous indiquer l'une des causes, à mon avis principale, du succès de M. Santos-Dumont.

M. Armengaud vous a dit que, dans les questions de navigation aérienne, soit par ballon, soit par appareil plus lourd que l'air, le moteur est tout. Ici, permettez-moi de n'être pas absolument d'accord avec notre distingué conférencier ; non pas que je m'inscrive en faux contre cette assertion : tout le monde sait que, pour faire de la locomotion aérienne par un procédé quelconque, il est indispensable de disposer d'une puissance motrice considérable sous un faible poids. Le moteur est donc tout, dans ce sens que, si on ne dispose pas d'un moteur puissant et léger, il est inutile d'espérer

faire de la navigation aérienne. L'axiome de M. Armengaud pouvait donc être pris dans son sens absolu tant qu'on ne possédait pas le moteur désiré.

Depuis que, grâce aux progrès de l'automobilisme, on dispose de moteurs admirables, fournissant largement la puissance nécessaire à la réalisation de la navigation aérienne soit par le plus léger, soit par le plus lourd que l'air, on s'est aperçu qu'on ne possédait pas, pour cela, la solution complète du problème. On a rencontré des difficultés qui n'existaient pas tant que l'élément indispensable : le moteur, n'était pas trouvé, mais qui sont apparues depuis, et qui sont d'autant plus difficiles à résoudre que le moteur lui-même est plus puissant. La principale de ces difficultés c'est celle *d'assurer la stabilité* des navires aériens.

J'ai eu l'honneur de vous parler de cette question, dans cette enceinte même, à propos des ballons dirigeables, et je crois vous avoir dit que, s'il est relativement facile d'assurer à un ballon la stabilité transversale, c'est-à-dire contre le roulis, il est beaucoup plus difficile d'assurer la stabilité longitudinale, c'est-à-dire d'éviter les mouvements de tangage. Lorsqu'on n'y est pas parvenu, les moteurs les plus puissants ne peuvent être utilisés. Pour les ballons dirigeables, le colonel Renard, dans les derniers mois de sa vie, a traité cette question avec l'ampleur et la netteté qui caractérisaient ses travaux. Il a découvert que les ballons avaient une vitesse critique à partir de laquelle la puissance motrice ne servait qu'à exagérer les mouvements de tangage, et finalement à compromettre la sécurité du voyage et l'existence des aéronautes. Pour les aérostats du type la *France*, la vitesse critique doit être aux environs de 8 mètres par seconde; elle peut être atteinte avec des moteurs d'une vingtaine de chevaux et, pour me servir d'une expression du colonel Renard, « si l'on attelait à un semblable aérostat un moteur de 100 chevaux, les vingt premiers serviraient à propulser le ballon et les quatre-vingts autres à se casser le cou. »

Vous savez que le colonel Renard ne s'est pas contenté de signaler le mal, mais qu'il a indiqué le remède en faisant connaître les moyens de reculer la vitesse critique. Je n'insiste pas sur ce point, qui est en dehors de l'objet de la communication d'aujourd'hui, et j'ai hâte de revenir aux aéroplanes.

Pour ceux-ci, la question est la même : nous avons depuis quelque temps des moteurs suffisants, mais la stabilité devient la pierre d'achoppement, et surtout la stabilité longitudinale.

Si l'on possède les moteurs depuis quelques années, depuis bien plus longtemps on sait comment il faut les employer. Il y a près d'un siècle déjà que quelques personnes savaient, et maintenant cette vérité n'est plus contestée, que, lorsqu'un plan très faiblement incliné sur l'horizon s'avance horizontalement suivant la direction de la projection de ses lignes de plus grande pente, il reçoit une poussée de l'air qui agit sur sa face inférieure, et que cette poussée est obtenue par un travail mécanique d'autant plus faible que le plan fait un angle plus petit avec l'horizon. C'est ainsi que planent les oiseaux, et c'est ainsi que se soutiennent les aéroplanes. Ces principes sont appliqués depuis longtemps aux cerfs-volants; on les a appliqués depuis aux appareils à glissade, tels que ceux de Lilienthal, de Chanute, etc., appelés parachutes dirigeables, ou aéroplanes sans moteur. Mais ce qu'il était intéressant de faire pour convaincre les plus incrédules, c'était de munir d'un moteur un aéroplane et de le soulever de terre. Je crois que cette vérification a été faite pour la première fois par M. Maxim, dont on vous parlait tout à l'heure, et voici comment il l'a réalisée.

Son appareil portait sur 4 roues posées sur deux rails mais, indépendamment de

ces rails inférieurs, il y avait deux autres rails supérieurs qui se trouvaient à quelques centimètres au-dessus des roues. L'appareil roulait, naturellement, sur ses rails inférieurs. Quand on le mit en marche, il s'avança ainsi sur la piste circulaire avec une vitesse croissante, et, à un moment donné, la vitesse fut suffisante pour qu'on vit ce spectacle extraordinaire : l'appareil quitta le sol, les roues cessèrent de porter sur les rails inférieurs et vinrent s'appuyer contre les rails supérieurs, et il continua à rouler sur ceux-ci. Il était donc bien démontré que la pesanteur avait été vaincue par un travail dynamique et que l'appareil était porté non par la terre mais par l'air.

Avait-on, pour cela, résolu le problème de la navigation aérienne par aéroplane? Non. L'appareil se soulevait parce que les surfaces porteuses avaient une inclinaison convenable, mais, si l'on avait enlevé les rails supérieurs, il est probable, il est même certain que l'appareil aurait pris dans le sens de la longueur des inclinaisons différentes de celles qu'il avait en roulant, les surfaces porteuses n'auraient plus été frappées par l'air sous l'angle voulu, il serait retombé sur le sol d'une façon plus ou moins lamentable, et tout cela par défaut de stabilité.

L'Avion de M. Ader, dont on vous a parlé tout à l'heure, s'est bien élevé de terre, mais est retombé presque immédiatement. On a attribué cet accident à un coup de vent; je suis plutôt tenté de croire qu'à lui, comme à ses devanciers, la stabilité a manqué.

Si cette question avait été résolue, on aurait pu, depuis plusieurs années déjà, faire ce qu'a fait tout récemment M. Santos-Dumont. Mais comment étudier la stabilité? On peut bien, théoriquement, se rendre compte des conditions nécessaires; mais en cela, plus qu'en toute autre chose, le contrôle de l'expérience est indispensable. Or, comment réaliser ces expériences avec des aéroplanes à moteur? On ne s'apercevra du défaut de stabilité que lorsqu'on sera en l'air, et à ce moment il sera trop tard. On en était donc réduit à étudier cette question au moyen de cerfs-volants ou d'aéroplanes sans moteurs. Bien que les conditions ne soient pas tout à fait les mêmes que lorsque l'appareil est muni d'un moteur, ces expériences ont permis cependant d'étudier la stabilité dans des conditions relativement faciles, et vous avez vu tout à l'heure ce que M. Santos-Dumont a emprunté aux cerfs-volants Hargrave et aux appareils de Lilienthal et autres. Néanmoins, ces expériences, tout en se rapprochant de la vérité, n'étaient pas encore suffisantes pour permettre de réaliser l'aéroplane à moteur jouissant d'une stabilité parfaite.

C'est ici que M. Santos-Dumont a eu l'idée, aussi simple que celle de l'œuf de Christophe Colomb, mais qu'il fallait avoir, et qui s'est trouvée d'une efficacité parfaite.

Avant de s'élever du sol, il est indispensable qu'un aéroplane prenne de la vitesse, et, jusqu'à présent, on n'a rien trouvé de mieux que de le faire rouler soit sur des rails, soit sur la terre elle-même; de plus, jusqu'ici, on avait cru bien faire d'assurer la stabilité au moins tant que l'appareil était à terre et, à cet effet, on le munissait de quatre roues ou au moins de trois. L'appareil se tenait donc dans une position très correcte tant qu'il avait le contact du plancher des vaches, mais, dès qu'il le quittait, il changeait d'attitude et retombait à terre.

M. Santos-Dumont a eu l'idée de monter son appareil sur deux roues placées de part et d'autre aux extrémités d'un même essieu. Par cet artifice, il s'est condamné à posséder la stabilité, non pour voler, mais pour rouler par terre. Si, en effet, son appareil n'était pas stable au point de vue de l'aviation, en roulant sur le sol, il devait s'incliner soit en avant, soit en arrière, et labourer le sol avec son nez ou le gratter avec

sa queue. C'est probablement ce qui lui est arrivé au début, et ce qu'il a corrigé petit à petit, et, tant qu'il ne l'eut pas corrigé suffisamment, il ne pouvait pas rouler. Mais, à partir du moment où il a pu rouler sur ses deux roues sans frôler le sol ni en avant, ni en arrière, on pouvait être certain, qu'en prenant de la vitesse, il s'enlèverait de terre ; et cela était vrai aussi pour tous les appareils antérieurs ; mais ce qu'on savait de plus pour celui-ci, c'est que, quand il aurait quitté le sol, il ne perdrait pas la stabilité longitudinale qu'il possédait déjà avant de s'en écarter. C'est ce qui est arrivé : après avoir roulé convenablement, il s'est élevé de terre, et quand il s'est trouvé dans l'atmosphère il y est resté dans de bonnes conditions.

Voilà, à mon avis, quelle a été l'une des causes principales, sinon la principale, de la réussite de M. Santos-Dumont.

Il me reste maintenant, mesdames et messieurs, à vous remercier de votre bienveillante attention. Je remercie également M. le Président d'avoir bien voulu m'accorder la parole. En terminant, je tiens à vous dire que, comme M. Armengaud, je suis persuadé que le XX[e] siècle verra la réalisation pratique de la navigation aérienne par tous les moyens, par le plus lourd que l'air comme par le plus léger.

Paris. — Typographie PHILIPPE RENOUARD, 19, rue des Saints-Pères. — 47198.

La Société d'Encouragement a été fondée, en 1801, pour l'amélioration de toutes les branches de l'industrie française.

Elle décerne des prix et médailles pour les inventions et les perfectionnements introduits dans les arts.

Elle se livre aux expériences et essais nécessaires pour apprécier les procédés nouveaux qui lui sont présentés;

Elle publie un *Compte rendu* des séances de son Conseil d'administration et un *Bulletin* mensuel renfermant l'annonce raisonnée des découvertes utiles à l'industrie, faites en France et à l'étranger;

Elle distribue des médailles aux ouvriers et contremaîtres des établissements agricoles et manufacturiers qui se distinguent par leur conduite et par leur travail;

Elle vient au secours des inventeurs que leur âge ou leurs infirmités mettent hors d'état de se suffire.

Elle procure aux ouvriers qui ont fait une invention utile les moyens de payer les annuités de leurs brevets.

Les membres de la Société peuvent concourir pour les prix qu'elle propose. Les membres du Conseil d'administration sont exclus de tous les concours.

La Société d'Encouragement a commencé la quatrième série de son *Bulletin* en 1886.

Le *Bulletin* contient:

1° Les procès-verbaux du Conseil d'administration, les mémoires et rapports adoptés par ce Conseil, des communications diverses et des extraits de la correspondance imprimés;

2° Des chroniques destinées à faire connaître les découvertes et les procédés qui intéressent le commerce et l'industrie du pays;

3° Des articles de fond se composant d'extraits de voyages industriels, de dissertations sur des sujets scientifiques applicables à l'industrie, de notices, mémoires et documents relatifs au commerce français et étranger, de descriptions de machines nouvelles ou peu connues, etc., etc.

Le *Bulletin* est adressé, franc de port, à MM. les Sociétaires.

Chaque année de ce *Bulletin* forme un volume in-4° et contient des planches, ainsi qu'un grand nombre de gravures intercalées dans le texte.

Par délibération du Conseil, en date du 1er juin 1864, il a été décidé que les membres de la Société prendraient désormais les titres suivants:

1° Donateurs. — Membres perpétuels. — Ils reçoivent le *Bulletin* de la Société à perpétuité. Ce droit est transmissible soit à un établissement public, soit à un établissement reconnu comme étant d'utilité publique, soit enfin à un membre de la Société, ou à une personne qui sera admise à en faire partie, suivant les formalités ordinaires, après la transmission. — La cotisation est de 1000 francs une fois payés.

2° Membres souscripteurs à vie. — Ils reçoivent, pendant leur vie, le *Bulletin* de la Société. — La cotisation est de 500 francs une fois payés.

3° Membres ordinaires. — Ils sont soumis à la cotisation annuelle de 36 francs, et reçoivent également le *Bulletin* de la Société.

Les noms des membres perpétuels et des membres à vie figurent en tête de la liste des membres de la Société, avec ceux de ses bienfaiteurs.

Les donations et souscriptions perpétuelles ou à vie sont capitalisées; le capital en est inaliénable; elles forment des chapitres spéciaux au budget de la Société.

Paris. — Typ. Ph. Renouard, 19, rue des Saints-Pères. — 30000.


LIBRARY OF CONGRESS
0 013 525 362 5